

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-140067

(43)公開日 平成6年(1994)5月20日

(51)Int.Cl.⁵

H01M 8/06

識別記号

K

B

J

庁内整理番号

FI

技術表示箇所

8/04

審査請求 未請求 請求項の数7(全7頁)

(21)出願番号 特願平4-290994

(22)出願日 平成4年(1992)10月29日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 金子 隆之

東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝
府中工場内

(72)発明者 船津 徹也

東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝
府中工場内

(72)発明者 一木 忠治

神奈川県横浜市鶴見区末広町二丁目4番地
東芝テクノコンサルティング株式会社内

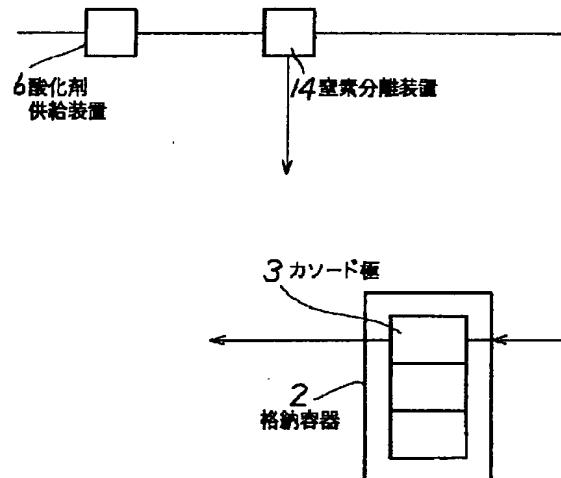
(74)代理人 弁理士 則近 憲佑

(54)【発明の名称】 燃料電池発電システム

(57)【要約】

【目的】 高性能、低コストで、利用する電力・熱の割合に対して柔軟に設計可能な燃料電池発電システムを提供する。

【構成】 酸素を含む酸化剤ガスをカソード極に供給し、水素を含む燃料ガスをアノード極に供給して電力を発生させる電池と、前記アノード極、カソード極を収容する電池格納容器と、空気を取り込む空気供給装置からなる燃料電池発電システムにおいて、前記空気供給装置6の出口に窒素分離装置14を備え、この窒素分離装置によって生成した酸素富化ガスの一部を酸化剤として前記カソード極3に供給する構成とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 酸素を含む酸化剤ガスをカソード極に供給し、水素を含む燃料ガスをアノード極に供給して電力を発生させる電池と、前記アノード極、カソード極を収容する電池格納容器と、空気を取り込む空気供給装置からなる燃料電池発電システムにおいて、前記空気供給装置の出口に窒素分離装置を備え、この窒素分離装置によって生成した酸素富化ガスの一部を酸化剤として前記カソード極に供給するようにしたことを特徴とする燃料電池発電システム。

【請求項2】 原燃料と水蒸気と前記酸素富化ガスとから構成される混合ガスから、前記アノード極に供給する燃料ガスを発生する内部燃焼式の改質器と前記酸素富化ガスを改質器に供給する手段を有する請求項1記載の燃料電池発電システム。

【請求項3】 窒素分離装置によって分離した窒素ガスの窒素純度を高めるための高純度窒素生成装置を備え、前記高純度生成装置を出た高純度窒素をパージガスとして前記電池格納容器内に供給する窒素供給装置とを有することを特徴とする請求項1記載の燃料電池発電システム。

【請求項4】 内部燃焼式改質器にて反応した高温の燃料ガスの熱によって前記原燃料、または蒸気を予熱する予熱器、または燃料ガスの熱によって蒸気を発生させるボイラー、または高温の燃料ガスによって駆動するタービン及びタービンに接続する発電装置のいずれかあるいは全部を備える請求項1記載の燃料電池発電システム。

【請求項5】 アノード極からの排ガス中に含まれる水素等のエネルギーを利用して水の蒸発あるいは蒸気の過*

$$E^T = E^0 + \frac{RT \cdot \ln (P_{H_2} \cdot P_{O_2}^{1/2} / P_{H_2O})}{2F} \dots (\text{Nernstの式})$$

E^T : 解放電圧

E^0 : 自由エネルギーから求まる理論電圧

F : ファラデー定数

R : 気体定数

T : 温度

P_{H_2} : 水素分圧

P_{O_2} : 酸素分圧

P_{H_2O} : 水分圧

酸化剤中の酸素分圧と酸素濃度、及び酸化剤全圧の関係を以下に示す。

P_{O_2} : 酸化剤中の酸素分圧 [ATA]

X_{O_2} : 酸化剤中の酸素濃度 [%]

P : 酸化剤全圧 [ATA]

とした場合に

$P_{O_2} = P \times X_{O_2} \div 100 \dots$ 第1式

となる。

【0005】従来は、カソード極に供給する酸化剤ガスとして空気を使用していた。前述するカソード極における酸化剤中の酸素分圧の上昇による電池起電力上昇を得

*熱を行わせることにより、この高温高圧の蒸気を背圧タービンに供給し、発電を行い、またそのタービン排気は冷暖房の熱源として提供する請求項1記載の燃料電池発電システム。

【請求項6】 アノード極にて反応したアノード排ガスをアノード極に戻すアノードリサイクル配管とアノードリサイクルブロワとを含む請求項1記載の燃料電池発電システム。

【請求項7】 カソード極にて反応したカソード排ガスを前記窒素分離装置入口に戻すカソードリサイクル配管とカソードリサイクルブロワとを含む請求項1記載の燃料電池発電システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は燃料電池発電システムに係り、特に高効率と低いコストを可能とした燃料電池発電システムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】燃料電池は一方の反応極であるアノード極に供給される燃料ガス中の水素と、もう一方の反応極であるカソード極に供給される酸化剤ガス中の酸素が電気化学的に反応する際のエネルギーを、直流電流及び熱として取り出すものである。

【0003】この燃料電池において、カソード極における酸化剤ガス中の酸素分圧の上昇により電池起電力が上昇し、発電効率も上昇することは以下に示すNernstの式に代表されるようによく知られている。

【0004】

【数1】

るために、供給する空気を空気供給装置にて高圧まで加圧し、カソード極における酸化剤ガス全圧の上昇により酸素分圧を上昇させていた。

【0006】従来例を図11を用いて説明する。燃料電池本体1は格納容器2によって周囲環境から隔離されており、一方の反応極であるカソード極3ともう一方の反応極であるアノード極4及び、冷却板5を含む。さらに、カソード極3に酸化剤を供給するための空気供給装置6を備える。改質器7はアノード極4に供給する燃料ガスを生成する改質管からなる改質部8とバーナからなる燃焼部9とからなり、改質部8では原燃料供給装置10にて供給された原燃料と水蒸気の混合ガスを燃焼部よりの熱で水素富化ガスに改質する。燃料電池本体における燃料ガスと酸化剤ガスとの反応熱は冷却板5を通る冷却水によって除去され、また、反応熱によって冷却水の一部は水蒸気となり、水蒸気分離器11において水蒸気と水に分離され、水蒸気は改質部8における改質のための水蒸気として用いられる。また、液化窒素貯蔵装置12に貯蔵された液化窒素を必要に応じて気化装置13にて気化させ、

バージガスとして使用する。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記のように構成された従来の燃料電池発電システムに於いては、以下に述べるような解決すべき課題があった。

【0008】即ち、カソード極に供給する酸化剤ガスを高圧まで加圧し、また、アノード極に供給する燃料ガスも高圧である必要があった。従って、それぞれの反応極圧力が高圧であるため、それぞれの供給装置出口から電池及び、アノード極、カソード極の下流まで、すなわちプラント全体は高圧になる。プラント全体が高圧であるので、燃料電池プラントの使用機器は高圧においても安全に運転可能であるような圧力容器を用いており、プラント圧力が高圧であるほど圧力容器壁肉厚は厚くする必要があった。

【0009】また、従来の改質器に必要な熱量を供給するために、プラント全体が供給する熱エネルギー利用法は質・量ともに制限されたものであった。プラントによっては電気エネルギーを、または熱エネルギーをより多く利用することが様々であり、これに対応した設計をすることは容易ではなかった。

【0010】本発明は、上述したような欠点を解消するために提案されたものであり、その目的は、高性能で、低コストで、利用する電力・熱の割合に対して柔軟に設計可能な燃料電池発電システムを提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】酸素を含む酸化剤ガスをカソード極に供給し、水素を含む燃料ガスをアノード極に供給して電力を発生させる電池と、前記アノード極、カソード極を収容する電池格納容器と、空気を取り込む空気供給装置からなる燃料電池発電システムにおいて、前記空気供給装置の出口に窒素分離装置を備え、この窒素分離装置によって生成した酸素富化ガスの一部を酸化剤として前記カソード極に供給するようにしたことを特徴とするのである。

【0012】

【作用】本発明の燃料電池発電システムによれば、窒素分離装置によって空気から窒素を分離することにより、高酸素濃度の酸素富化ガスが製造される。この酸素富化ガスを酸化剤として使用することにより、酸化剤ガスの酸素濃度は従来の空気に比べ上昇するために、カソード極における酸化剤圧力を低下させても従来のカソード極における酸素分圧を同等あるいはそれ以上のレベルに維持することが可能となる。従って、カソード極、アノード極、さらにはプラント運転圧力を下げても従来と同様の発電性能を維持することが可能となる。

【0013】

【実施例】以下、本発明の実施例を図1乃至図10を用いて具体的に説明する。なお、図11に示した従来型と同一の部材については、同一の符号を付して説明を省略す

る。

【0014】（第1実施例）図1は本発明の実施例の構成図である。空気供給装置6出口に窒素分離装置14を設け、供給する空気から窒素を分離する。酸化剤は窒素を分離され酸素濃度の高い酸素富化ガスになりカソード極に供給される。このような構成を有する本実施例の燃料電池発電システムは、以下に述べるように作用する。

【0015】本発明の燃料電池発電システムによれば、窒素分離装置によって空気から窒素を分離することにより、高酸素濃度の酸素富化ガスが製造される。この酸素富化ガスをカソード極の酸化剤として使用することにより、酸化剤ガスの酸素濃度は従来の空気に比べ上昇するために、カソード極における酸化剤圧力を低下させても従来のカソード極における酸素分圧を同等あるいはそれ以上のレベルに維持することが可能となる。従って、カソード極、アノード極、さらにはプラント運転圧力を下げても従来と同様の発電性能を維持することが可能となる。

【0016】従って、本実施例の燃料電池発電システムに於いては、カソード極に供給する酸化剤ガスの酸素濃度の上昇によって、カソード極、アノード極をはじめとして、プラント全体の圧力を低下させても、従来と同様あるいはそれ以上のプラント性能を達成可能であり、このことにより、耐圧容器の容器壁肉厚は減少し、また、空気供給装置に必要な動力も低減され、コストの削減効果がもたらされる。

【0017】（第2実施例）第2の実施例について図2を用いて説明する。図1と重複するものは説明を割愛する。本実施例は内部燃焼式改質器15および、内部燃焼式改質器に前記酸素富化ガスを流す導管16を設ける構成とする。原燃料と水蒸気と酸化剤との混合ガスを供給し、原燃料の一部と酸化剤を燃焼させ、その燃焼熱量を改質に利用する内部燃焼式改質器を適用した場合、改質器のシンプル化、コンパクト化、低コスト化に有利であるが、供給する原燃料と水蒸気を改質反応温度まで昇温させるためには供給する酸化剤ガスは改質管出口の水素濃度を十分高くする必要性などから高い酸素濃度が要求されていた。このことが、燃料電池発電プラントで内部改質方式を用いる上での大きな阻害要因であった。本実施例では窒素分離装置によって、酸素富化ガスを生成することにより内部燃焼式改質器を用いる。内部燃焼式改質器を採用することにより改質器は従来に比べてコンパクト、シンプル、低コスト化する。

【0018】（第3実施例）第3の実施例について図3を用いて説明する。本実施例は窒素分離装置14によって分離された窒素ガスから高純度窒素生成装置17によって高純度の窒素を生成し、高純度窒素供給装置18によって電池格納容器に供給する構成である。

【0019】一般にアノード極とカソード極には十分な

ガスシール性を持たせているが、長期運転による経年変化により、両極から燃料ガスや酸化剤ガスが燃料電池に漏出する危険性があり、従って、燃料電池プラントにおいては定期的あるいは常時バージする構成を有している。バージガスとしては燃料ガスや酸化剤ガスとの反応性がない窒素等の不活性ガスが望ましいので、従来は極低温液体として貯蔵した窒素を必要に応じて気化し、バージガスとして使用していた。

【0020】バージガスとして窒素を使用した場合には大量の窒素を極低温液体として貯蔵するための設備が必要であり、またプラントで消費される窒素に相当して運転コストが上昇する。そこで、バージガスとして空気から窒素を分離し、窒素ガスをバージガスとして使用することが考えられるが、その方法においては供給する窒素を製造するために大量の空気を新たに取り込む必要がある。そのため、空気供給設備を新たに設置し、また窒素製造時には空気供給設備運転のために電力が必要となり、効率の大きな低下が起こる。

【0021】本実施例では窒素分離装置によって分離した窒素を高純度窒素生成器によってバージガスとしての使用可能な高純度の窒素を生成し電池格納容器に供給する。それにより、バージ用窒素生成のために新たに空気を取り込むことなく窒素を製造し、電池格納容器に滞留する可能性のある燃料ガスや酸化剤ガスを定期的あるいは常時バージする。

【0022】カソード極への酸化剤として使用した残りの窒素ガスから高純度窒素生成装置によってさらに純度の高い窒素を製造し、燃料電池格納容器をバージするので、バージ用窒素製造のために新たに空気を取り込む仕様構成に比べ、窒素製造のための空気を供給する供給設備は小容量で済み、低コストでバージ用窒素を製造できる。

【0023】(第4実施例)第4の実施例について図4を用いて説明する。本実施例は改質器の燃料ガス出口に蒸気発生器19を設置し、高温の燃料ガスによって蒸気を生成する構成とする。

【0024】一般に燃料電池発電システムにおいては改質器を出た高温の燃料ガスをそのまま改質器下流に供給すると燃料ガスが高温であるため改質器下流の機器の破損の原因となる。従って、改質器出口での高温状態から除熱する必要がある。本実施例はこの高温燃料ガスの除熱量を用い蒸気発生器によって蒸気を発生させる作用を有する。

【0025】本実施例では改質器出口の燃料ガスの熱量により蒸気を製造する。改質器を出た高温の燃料ガスの熱を除熱し、かつ蒸気を生成することにより、改質器出口の高温ガスの温度を低下させ安全に改質器下流に供給可能となり、また高温ガスの熱量を無駄なく利用可能となる。発生した蒸気は熱利用あるいは、改質用の蒸気として利用される。熱利用として利用された場合は熱利用

率が上昇し、改質器の蒸気として利用した場合は蒸気発生のための電気入力量を削減可能となり、発電効率が上昇する。

【0026】(第5実施例)第5の実施例について図5を用いて説明する。本実施例は改質器の燃料ガス出口にタービン20とタービンに接続した発電装置21を設ける構成とする。本実施例では改質器の燃料ガス出口に設置したタービンと発電器により、改質器出口の高温燃料ガスから発電を行う作用を有する。本実施例では高温の燃料ガスによってタービンを回転させ、タービンに接続した発電装置を用いて発電し、発電効率を上昇させる。また、タービンを回転させることにより、高温の燃料ガス温度が低下し、安全に改質器下流に燃料ガスを供給することが可能になる効果を有する。

【0027】(第6実施例)第6の実施例について図6を用いて説明する。本実施例では改質器の燃料ガスによって原燃料を予熱する予熱器22を備える。本実施例では改質器出口の高温の燃料ガスによって改質器に供給する原燃料温度を上昇させる作用を有する。

【0028】本実施例では改質器に供給する原燃料を予熱することにより、改質器反応温度までの原燃料の温度上昇分が減少し、その温度上昇に必要な熱量が減少する。それにより、改質器に供給する燃料である原燃料は減少し、発電効率が上昇する効果を有する。また、原燃料の予熱の熱量分、改質器を出た高温燃料ガス温度は低下し、安全に改質器下流に供給することが可能となる。

【0029】(第7実施例)第7の実施例について図7を用いて説明する。本実施例では改質器の燃料ガスによって蒸気を予熱する予熱器23を備える。本実施例では改質器出口の高温の燃料ガスによって改質器に供給する蒸気温度を上昇させる作用を有する。本実施例では改質器に供給する蒸気を予熱することにより、改質器反応温度までの蒸気の温度上昇分が減少し、その温度上昇に必要な熱量が減少する。それにより、改質器に供給する燃料である原燃料は減少し、発電効率が上昇する効果を有する。また、蒸気の予熱の熱量分、改質器を出た高温燃料ガス温度は低下し、安全に改質器下流に供給することが可能となる。

【0030】(第8実施例)第8の実施例について図8を用いて説明する。本実施例では燃料排ガスと酸化剤排ガスを燃焼させる燃焼器24とその燃焼熱によって蒸気を発生させる蒸気発生器25と蒸気発生器の蒸気により駆動する背圧タービン26とそのタービンと接続する発電機27を備える。本実施例では燃料排ガス中の残水素と排酸化剤ガス中の残酸素とを燃焼器にて燃焼させその燃焼熱で蒸気を生成する。蒸気出口に設置された背圧タービンは蒸気によって駆動され、その駆動エネルギーによって発電機を回転させ発電する。本実施例では電池から排ガスを燃焼させその熱量で蒸気を発生させタービンを回転

させ、発電する。従って、電池排ガス中に残ったエネルギーを捨てずに有効に利用し、発電効率が増加する効果を有する。

【0031】（第9実施例）第9の実施例について図9を用いて説明する。本実施例はカソード排ガスを窒素分離装置入口に戻す配管28とカソードリサイクルブロウ29を設ける。

【0032】カソード極への供給酸化剤量は電気負荷レベルに応じた最低必要量より過剰に供給することが行われている。従って、カソード極にて反応したカソード排ガス中には酸素が残っている。本実施例ではこのカソード排ガスを窒素分離装置入口に戻す作用を有する。

【0033】従って、本実施例の燃料電池発電システムにおいては、酸素を含むカソード排ガスを窒素分離装置に戻すことにより、吸い込み空気量を減少させても、カソード極に供給する酸素量を維持可能となる。そのため、空気供給設備の必要動力が減少し発電効率が上昇する効果を有する。

【0034】（第10実施例）第10の実施例について図10を用いて説明する。本実施例ではアノード極出口に水素分離装置30を設置し、水素分離装置によって分離された水素ガスをアノード極入口に戻すアノードリサイクルブロウ31および、アノードリサイクルライン32を有する構成とする。本実施例では燃料排ガス中の残水素を水素分離装置によって分離し、その水素をアノード極入口に戻す作用を有する。

【0035】本実施例では燃料排ガス中の水素をアノード極入口に戻すことにより、アノード極に供給する燃料ガス流量を減少させてもアノード極に供給する水素量を変えない効果を有する。供給する燃料ガス量が減少することにより改質器に供給する原燃料、蒸気、酸化剤の流量も減少し、改質器のコンパクト化が可能となる。また、供給する原燃料ガス量も減少し発電効率の上昇が可能になる。

【0036】

【発明の効果】以上述べたように、本発明は、酸素を含む酸化剤ガスをカソード極に供給し、水素を含む燃料ガスをアノード極に供給して電力を発生させる電池と、前記アノード極、カソード極を収容する電池格納容器と、空気を取り込む空気供給装置からなる燃料電池発電システムにおいて、低コストで高効率で、利用する電力・熱の割合に対して柔軟に設計可能な燃料電池発電システムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による燃料電池発電システムの第1実施例を示す構成図、

【図2】本発明による燃料電池発電システムの第2実施例を示す構成図、

【図3】本発明による燃料電池発電システムの第3実施例を示す構成図、

【図4】本発明による燃料電池発電システムの第4実施例を示す構成図、

10 【図5】本発明による燃料電池発電システムの第5実施例を示す構成図、

【図6】本発明による燃料電池発電システムの第6実施例を示す構成図、

【図7】本発明による燃料電池発電システムの第7実施例を示す構成図、

【図8】本発明による燃料電池発電システムの第8実施例を示す構成図、

【図9】本発明による燃料電池発電システムの第9実施例を示す構成図、

20 【図10】本発明による燃料電池発電システムの第10実施例を示す構成図、

【図11】従来の燃料電池発電システムの一例を示す構成図である。

【符号の説明】

1…燃料電池本体

2…格納容器

3…カソード極

4…アノード極

5…冷却板

6…酸化剤供給装置

7…改質器

8…改質部

9…燃焼部

10…原燃料供給装置

30 11…水蒸気分離器

12…液体窒素貯蔵装置

13…気化装置

14…窒素分離装置

15…内部燃焼器改質器

16…導管

17…高純度窒素生成装置

18…高純度窒素供給装置

19…蒸気発生器

20…タービン

21…発電機

22…燃料予熱器

23…蒸気予熱器

24…燃焼器

25…蒸気発生器

26…背圧タービン

27…発電機

28…導管

29…カソードリサイクルブロウ

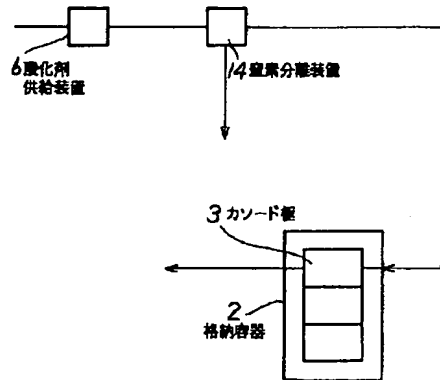
40 30…水素分離装置

31…アノードリサイクル

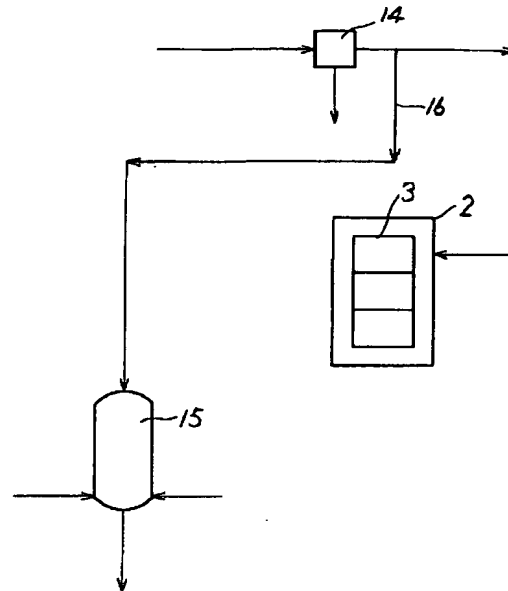
ブロウ

32…アノードリサイクルライン

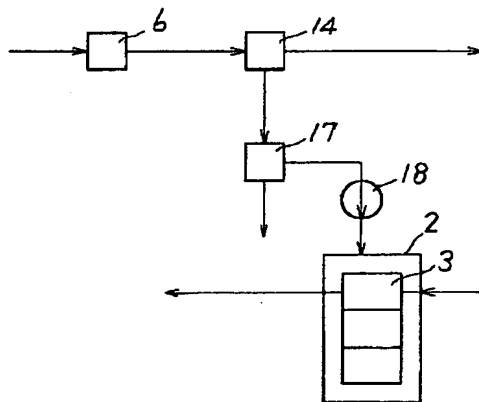
【図1】



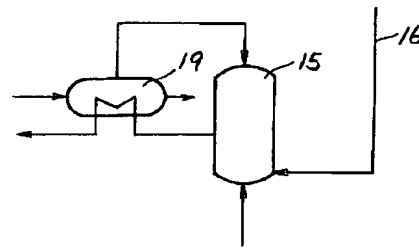
【図2】



【図3】

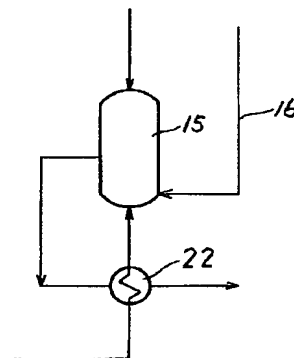
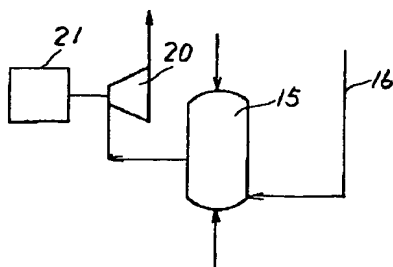


【図4】

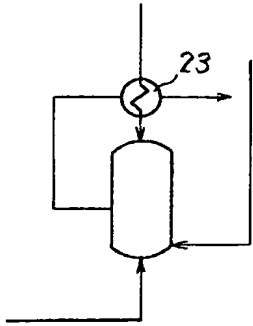


【図6】

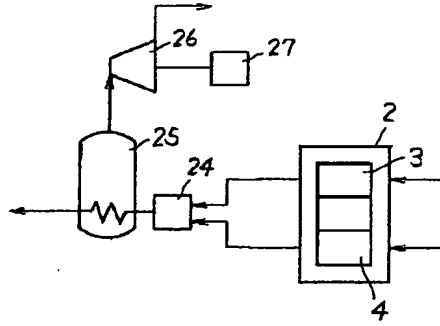
【図5】



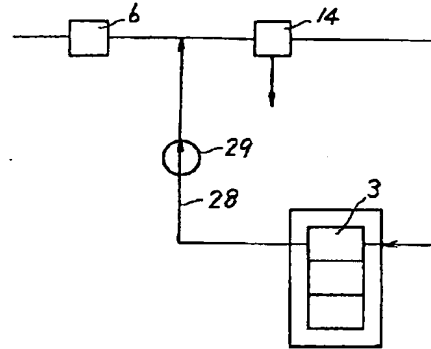
【図7】



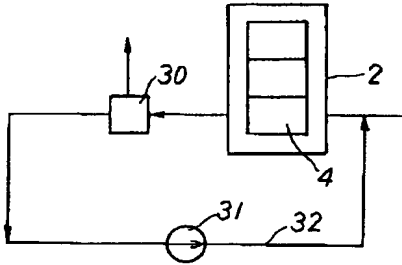
【図8】



【図9】



【図10】



【図11】

